

シール一体型セパレータの製造方法

発明の背景

発明の分野

本発明は、燃料電池用のセパレータ本体にシール部材が一体成形されてなるシール一体型セパレータの製造方法に関する。

背景技術

燃料電池には、固体高分子電解質膜とその両側のアノード側電極及びカソード側電極とで構成された電極膜構造体を、一对のセパレータで挟持して構成されたものがある。

この燃料電池では、アノード側電極に対向配置されるアノード側セパレータの一面に燃料ガス（例えば、水素）の流路を設け、カソード側電極に対向配置されるカソード側セパレータの一面に酸化剤ガス（例えば、酸素を含む空気）の流路を設け、隣接するセパレータ間に冷却媒体の流路を設けている。

そして、アノード側電極の電極反応面に燃料ガスを供給すると、ここで水素がイオン化され、固体高分子電解質膜を介してカソード側電極に移動する。この間に生じた電子は外部回路に取り出され、直流の電気エネルギーとして利用される。カソード側電極においては酸化剤ガスが供給されているため、水素イオン、電子、及び酸素が反応して水が生成される。セパレータの電極反応面と反対側の面は、セパレータ間に流れる冷却媒体によって冷却される。

これら燃料ガス、酸化剤ガス、及び冷却媒体は、各々独立した流路に通す必要があるため、各流路間を仕切るシール技術が重要となる。

シール部位としては、例えば、燃料ガス、酸化剤ガス、及び冷却媒体を、燃料電池スタックの各燃料電池に分配供給するために貫通形成された連通孔の周囲、電極膜構造体の外周、セパレータの冷媒流路面外周、及びセパレータの表裏面の外周等があり、シール材料としては、有機ゴム等の柔らかく適度に反発力のある材料が採用される。

発明の要旨

ところで、前記電極膜構造体の外周は、図 1 8 に示すように、2 枚の同じ寸法のガス拡散層 1 a, 1 b の間にこれらガス拡散層 1 a, 1 b の外寸よりも大きな固体高分子電解質膜 2 を挟むことにより、ガス拡散層 1 a, 1 b から外側へはみ出した固体高分子電解質膜 2 のはみ出し部 2 a においてシールされる。

このようなシール構造においては、固体高分子電解質膜 2 の表裏に配設される 2 つのシール部材 3 a, 3 b が、固体高分子電解質膜 2 を挟んで互いに向き合う対称位置にないと、シール性が損なわれる。

例えば、図 1 9 に示すように、2 つのシール部材 3 a, 3 b の位置が紙面横方向にずれていると、シール部材 3 a とシール部材 3 b とで固体高分子電解質膜 2 を挟持する面積（以下、「シール面積」という。）が減少してシール性が損なわれる。

また、図 2 0 に示すように、固体高分子電解質膜 2 の表裏に配設されるシール部材 3 a, 3 b を対称位置からずらして段差で配位した構造を採用した場合、固体高分子電解質膜 2 のはみ出し部 2 a において、内側と外側とでシール部材 3 a, 3 b が 2 層存在することになるので、はみ出し部 2 a が上下に引っ張られて余計なしわが入り、しわがよれた状態で固体高分子電解質膜 2 が圧縮される。

このため、しわ部から漏れが生じ易くなる。

また、はみ出し部 2 a が上下に引っ張られた状態は、固体高分子電解質膜 2 の耐久性を低下させ、冷熱繰り返し下において、短期間での破損を招き得る。

以上説明したように、固体高分子電解質膜 2 に無理な歪みを与えないようにするためには、積層時にシール部材 3 a, 3 b を高精度に位置決めすることが重要であり、特に、周長が長く、しかもシール幅が細いほど、要求される位置精度は厳しいものとなる。

この対策として、図 2 1 に示すように、一方のシール幅を他方のシール幅よりも広くし、ある程度の横方向の組付誤差を許容し得るようにしたシール構造も考えられる。

このシール構造によれば、シール面積の減少は防げるものの、幅の広いシール部材 3 c 側で圧縮応力が分散して面圧が低下するので、幅の広いシール部材 3 c

側のシール性の低下を招き、好ましくない。

また、燃料電池、あるいは燃料電池を複数組積層してなる燃料電池スタックを組み立てる際には、アノード側ガス拡散層とアノード側セパレータとの間、カソード側ガス拡散層とカソード側セパレータとの間、及び互いに隣接するアノード側及びカソード側セパレータ間のそれぞれにシール部材を介在させなければならぬが、これらセパレータと別体をなすシート状のシール部材を組み付ける方法、あるいはセパレータにペースト状のシール材料を塗布する方法では、組付工数が多くなり、量産時のコスト上昇を招く。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、シール部材の位置精度に優れると共に燃料電池組立時の工数削減に有効なシール一体型セパレータの製造方法を提供することにある。

上記課題を解決するために、本発明は、以下の製造方法を構成した。

本発明の第 1 態様は、燃料電池用セパレータ本体（例えば、実施の形態におけるプレス成形により作製されたカソード側のセパレータ本体 14a）と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面（例えば、実施の形態におけるカソード側電極 25 及びアノード側電極 27 の固体高分子電解質膜 18 に面する面）の外側を二重に囲むように配設された内側シール部材（例えば、実施の形態における第 1、第 2 のシール部材 41、42）及び外側シール部材（例えば、実施の形態における第 3、第 4 のシール部材 43、44）と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータの製造方法であって、セパレータ本体に貫通孔（例えば、実施の形態における貫通孔 75）を形成する段階と；セパレータ本体の一方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材に対応した位置に各々形成された凹溝（例えば、実施の形態における第 2、第 4 の凹溝 92、94）と、貫通孔に対応した位置で外側シール部材と内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層（例えば、実施の形態における連結シール材層 102）を形成するための連結部（例えば、実施の形態における連結部 96）と、各凹溝に連通するゲート（例えば、実施の形態におけるゲート 85a）と、を有する第 1 の金型（例えば、実施の形態における上型 81、91、101、201、301）と、セパレータ本体の他方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材

に対応した位置に各々形成された凹溝（例えば、実施の形態における第 1、第 3 の凹溝 9 1, 9 3）と、貫通孔に対応した位置で外側シール部材と内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層（例えば、実施の形態における連結シール材層 1 0 1）を形成するための連結部（例えば、実施の形態における連結部 9 5）と、を有する第 2 の金型（例えば、実施の形態における下型 8 2, 9 2, 1 0 2, 2 0 2, 3 0 2）と、を準備する段階と；セパレータ本体を第 1 の金型と第 2 の金型との間に挟持する段階と；第 1 のゲートに熔融シール材料を供給することにより、該熔融シール材料を第 1 の金型の各凹溝に射出すると共に、該凹溝に供給した熔融シール材料の一部を貫通孔を通して第 2 の金型の凹溝へ射出する段階と；を備えている。

このような製造方法によれば、シール部材がセパレータ本体の表裏両面に同時に一体成形されるので、シール一体型のセパレータを一工程で製造できる。

従って、セパレータ本体の表裏両面に該セパレータ本体とは別体のシール部材を配設したり、シール材料を塗布する場合と比較して、シール部材を高精度に位置決めできると共に、組付工数が大幅に低減する。

また、シール部材を高精度に位置決めできる結果、セパレータ積層時におけるシール部位毎の応力バランスも安定する。

さらに、第 1 及び第 2 の凹溝は貫通孔を介して相互連通しているので、熔融シール材料の充填終了時において、セパレータ本体の表裏両面に作用するシール成形圧力が等しくなり、該シール成形圧力の不均衡を原因とするセパレータの歪みは発生しない。

さらに、貫通孔の位置がシール部材の配設予定位置から外れるので、貫通孔の形成位置にシール面圧が発生することがなく、局所的なシール面圧の低下はない。

しかも、貫通孔が両凹溝の近傍に位置するので、2 枚合わせの金型で射出成形を行う場合に一方の金型のみから材料を射出し供給する、いわゆるシングルインジェクションでの射出圧力を低減できると共に、成形時間も短縮できる。

本発明の第 2 態様によれば、熔融シール材料は、内側シール部材及び外側シール部材に対応する各凹溝に別々に供給される。

このような製造方法によれば、熔融シール材料は内側シール部材と外側シール

部材に対応する凹溝に偏りなく供給されるため、内側と外側とで均質なシール部材を形成でき、製品品質を向上できる。また、各凹溝に別々に熔融シール材料を供給するため射出時間を短縮でき、且つ、熔融シール材料の移動距離が短くなるため製造時間を短縮できる。

本発明の第3態様によれば、ゲートは、シール部材のシール面を形成する凹溝の部位（例えば、実施の形態における上部42a、44a）に接続されている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シール面を形成する部位に確実に熔融シール材料を供給することができ、熔融シール材料がシール面に供給されない製造不良を防止でき、信頼性を高めることができる。また、ゲートを短くすることができたため、供給される熔融シール材料の無駄を削減できる。

本発明の第4態様によれば、ゲートは、シール部材のシール面を形成しない凹溝の部位（例えば、実施の形態における側部42b、44b）に接続されている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シール部材のシール面にシール性に悪影響を与える熔融シール材料の供給痕が残ることがなくなるため、シール性を向上し製品品質を高めることができると共に、シール面の仕上げ加工が必要なくなり製造コストを低減できる。

本発明の第5態様によれば、ゲートは連結部に接続されている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、熔融シール材料はシール面を避けるように均等に各凹溝に供給されるためシール部材を均一に製造できると共に、熔融シール材料の供給部分がシール部材の潰れる部分に位置しないため適正なシール性能を確保できる。また、連結部は各凹溝の間に位置しているため、凹溝の外側に設けた場合のように型が大型化せず製造コストを低減できる。

本発明の第6態様によれば、両金型間に挟持されたセパレータ本体の外周部を越えて熔融シール材料が回り込むように、両金型には回り込み部（例えば、実施の形態における回り込み部132）が形成されている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、各型の凹溝への射出圧を下げるため、シール部材の成形性が向上する。

本発明の第7態様によれば、セパレータ本体を両金型間に挟持する段階は、セパレータ本体の少なくとも一方の面を押さえ金具（例えば、実施の形態における

押さえ金具 151～154) を介して支持する工程を含む。

このような製造方法によれば、溶融シール材料が貫通孔から流れ込む際にセパレータ本体が供給圧により変形しようとしても押さえ金具によりこれを防止でき、製品の寸法精度を高めることができる。

本発明の第 8 態様は、燃料電池用セパレータ本体（例えば、実施の形態におけるプレス成形により作製されたカソード側のセパレータ本体 14a）と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面（例えば、実施の形態におけるカソード側電極 25 及びアノード側電極 27 の固体高分子電解質膜 18 に面する面）又は連通孔（例えば、実施の形態における入口側酸化剤ガス連通孔 61a, 出口側酸化剤ガス連通孔 61b, 入口側燃料ガス連通孔 62a, 出口側燃料ガス連通孔 62b, 入口側冷却媒体連通孔 63a, 出口側冷却媒体連通孔 63b,）の外側を囲むように配設されるシール部材（例えば、実施の形態における第 1～第 6 のシール部材 41～45）と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータ（例えば、実施の形態におけるカソード側セパレータ 14）の製造方法であって、セパレータ本体に貫通孔（例えば、実施の形態における貫通孔 75）を形成する段階と；セパレータ本体の一方の面に設けられるシール部材（例えば、実施の形態における第 2, 第 4, 及び第 6 のシール部材 42, 44）に対応した位置に形成された凹溝（例えば、実施の形態における第 2, 第 4, 及び第 6 の凹溝 92, 94）と、該凹溝に連通する第 1 のゲート（例えば、実施の形態におけるゲート 85a）と、該第 1 のゲートとは別経路で貫通孔に直接連通するように形成された第 2 のゲート（例えば、実施の形態におけるゲート 85b, 案内部 85c）と、を有する第 1 の金型（例えば、実施の形態における上型 81, 91, 101）と、セパレータ本体の他方の面に設けられるシール部材（例えば、実施の形態における第 1, 第 3, 及び第 5 のシール部材 41, 43, 45）に対応した位置に凹溝（例えば、実施の形態における第 1, 第 3, 及び第 5 の凹溝 91, 93）を有する第 2 の金型（例えば、実施の形態における下型 82, 92, 102）と、を準備する段階と；第 1 の金型と第 2 の金型との間にセパレータ本体を挟持しかつ第 2 のゲートを貫通孔に直接連通させる段階と；第 1 のゲートと第 2 のゲートとに、シール部材を形成する溶融シール材料を射出して各凹溝内にシール部材を形

成する段階と；を備えている。

この製造方法によれば、溶融シール材料が各金型の凹溝にそれぞれ直接供給される。

すなわち、第2の金型の凹溝への溶融シール材料供給が、第1の金型の凹溝を介さずに行われるので、シングルインジェクションでの射出圧力を低減できると共に、成形時間も短縮できる。

本発明の第9態様によれば、セパレータ本体と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面の外側を二重に囲むように配設された内側シール部材及び外側シール部材と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータの製造方法であって、セパレータ本体に貫通孔を形成する段階と；セパレータ本体の一方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材に対応した位置に各々形成された凹溝と、貫通孔に対応した位置で外側シール部材と内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層を形成するための連結部と、各凹溝に連通する第1のゲートと、該第1のゲートとは別経路で貫通孔に直接連通するように形成された第2のゲートと、を有する第1の金型と、セパレータ本体の他方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材に対応した位置に各々形成された凹溝と、貫通孔に対応した位置で外側シール部材と内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層を形成するための連結部と、を有する第2の金型と、を準備する段階と；第1の金型と第2の金型との間にセパレータ本体を挟持しかつ第2のゲートを貫通孔に直接連通させる段階と；第1のゲートにシール部材を形成する溶融シール材料を供給することにより溶融シール材料を第1の金型の連結部及び各凹溝に射出すると共に、第2のゲートに溶融シール材料を供給することにより貫通孔を通して溶融シール材料を第2の金型の連結部及び各凹溝へ射出する段階と；を備えている。

このような製造方法によれば、貫通孔の位置がシール部材の配設予定位置から外れるので、貫通孔の形成位置にシール面圧が発生することがなく、局部的なシール面圧の低下はない。

しかも、貫通孔が両凹溝の近傍に位置するので、2枚合わせの金型で射出成形を行う場合に一方の金型のみから材料を射出し供給する、いわゆるシングルイン

ジェクションでの射出圧力を低減できると共に、成形時間も短縮できる。

本発明の第 1 0 態様によれば、熔融シール材料は、内側シール部材及び外側シール部材に対応する各凹溝に別々に供給される。

このような製造方法によれば、熔融シール材料は内側シール部材と外側シール部材に対応する凹溝に偏りなく供給されるため、内側と外側とで均質な高品質のシール部材を形成でき、製品品質を向上できる。また、各凹溝に別々に熔融シール材料を供給するため射出時間を短縮でき、且つ、熔融シール材料の移動距離が短くなるため製造時間を短縮できる。

本発明の第 1 1 態様によれば、第 1 のゲートは、シール部材のシール面を形成する凹溝の部位に接続されている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シール面を形成する部位に確実に熔融シール材料を供給することができ、熔融シール材料がシール面に供給されない製造不良を防止でき、信頼性を高めることができる。また、第 1 のゲートを短くすることができたため、供給される熔融シール材料の無駄を削減できる。

本発明の第 1 2 態様によれば、第 1 のゲートは、シール部材のシール面を形成しない凹溝の部位に接続されている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シール部材のシール面にシール性に悪影響を与える熔融シール材料の供給痕が残ることがなくなるため、シール性を向上し製品品質を高めることができると共に、シール面の仕上げ加工が必要なくなり製造コストを低減できる。

本発明の第 1 3 態様によれば、セパレータ本体を両金型間に挟持する段階は、セパレータ本体の少なくとも一方の面を押さえ金具を介して支持する工程を含む。

このような製造方法によれば、熔融シール材料が貫通孔から流れ込む際にセパレータ本体が供給圧により変形しようとしても押さえ金具によりこれを防止でき、製品の寸法精度を高めることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明により製造されるシールー体型セパレータを備えてなる燃料電

池の分解斜視図である。

図 2 は、図 1 の A 矢視図である。

図 3 は、図 1 の要部概略断面図である。

図 4 は、図 1 の燃料電池を 4 組積層してなる燃料電池スタックの要部概略断面図である。

図 5 は、セパレータ本体の要部概略断面図である。

図 6 は、カソード側セパレータの要部概略断面図である。

図 7 は、カソード側セパレータの他の形態を示す要部概略断面図である。

図 8 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例を示す断面図である。

図 9 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の他の構成例を示す断面図である。

図 10 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 2 構成例を示す断面図である。

図 11 は、本発明の第 2 実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例であって、図 8 に相当する断面図である。

図 12 は、ゲートと貫通孔の配置例をカソード側セパレータの平面図に重ねて模式的に示した図である。

図 13 は、図 10 の金型を使用する場合のゲートと貫通孔の配置例であって、カソード側セパレータの平面図に重ねて模式的に示した図である。

図 14 は、ゲートと貫通孔の他の配置例をカソード側セパレータの平面図に重ねて模式的に示した図である。

図 15 は、本発明の第 3 の実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例を示す断面図である。

図 16 は、本発明の第 3 の実施形態の実施に使用する金型の第 2 構成例を示す断面図である。

図 17 は、本発明の第 4 の実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例を示す断面図である。

図 18 は、シール部材が固体高分子電解質膜を挟む対称位置に配置された燃料

電池の一従来例を示す要部断面図である。

図 19 は、シール部材が固体高分子電解質膜を挟む対称位置から僅かに横ズレして配置された燃料電池の一従来例を示す要部断面図である。

図 20 は、シール部材が固体高分子電解質膜を挟んで内周側と外周側とに配置された燃料電池の一従来例を示す要部断面図である。

図 21 は、固体高分子電解質膜を挟んで配置されるシール部材の一方が他方よりも幅広に設定された燃料電池の一従来例を示す要部断面図である。

望ましい実施形態

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は本発明によって製造されるシール一体型セパレータを備えた燃料電池を示す分解斜視図であり、また、図 2 は図 1 に示すシール一体型セパレータ（カソード側セパレータ 14）の A 矢視図である。

図 1 中、シール部材の図示は省略している。

燃料電池 10 は、電極膜構造体 12 と、これを挟持するカソード側セパレータ 14 及びアノード側セパレータ 16 とを備えてなる。

そして、これら燃料電池 10 が複数組積層され（図 4 では、4 組）、例えばボルト、ナット等の締付機構により一体化されることで、車両用の燃料電池スタックが構成される。

電極膜構造体 12 は、例えばペルフルオロスルホン酸ポリマーで構成された固体高分子電解質膜 18 と、この固体高分子電解質膜 18 を挟んで配設されるカソード側触媒層 20 及びアノード側触媒層 22 と、これらカソード側触媒層 20 及びアノード側触媒層 22 の固体高分子電解質膜 18 と反対側の面にそれぞれ配設されたカソード側ガス拡散層 24 及びアノード側ガス拡散層 26 とを備えて構成されている。

カソード側触媒層 20 及びアノード側触媒層 22 は例えば Pt を主体にして、また、カソード側ガス拡散層 24 及びアノード側ガス拡散層 26 は例えば多孔質カーボクロス又は多孔質カーボンペーパーからなり、これらカソード側触媒層 20 とカソード側拡散層 24 とでカソード側電極 25 が構成されると共に、アノ

ード側触媒層 2 2 とアノード側ガス拡散層 2 6 とでアノード側電極 2 7 が構成されている。

そして、カソード側電極 2 5 及びアノード側電極 2 7 の固体高分子電解質膜 1 8 に面する面が電極反応面となる。

図 3 は燃料電池 1 0 の横断面図、図 4 は図 3 に示す燃料電池 1 0 を 4 組積層してなる燃料電池スタックの横断面図である。

図 3 に示すように、固体高分子電解質膜 1 8 は、これを挟んで配設されるカソード側触媒層 2 0 とカソード側ガス拡散層 2 4 及びアノード側触媒層 2 2 とアノード側ガス拡散層 2 6 の外周から僅かにはみ出すはみ出し部 1 8 a を有する。

また、アノード側触媒層 2 2 とアノード側ガス拡散層 2 6 は固体高分子電解質膜 1 8 よりも表面積が小さく、更にカソード側触媒層 2 0 とカソード側ガス拡散層 2 4 はアノード側触媒層 2 2 とアノード側ガス拡散層 2 6 よりも表面積が小さく形成されている。

カソード側及びアノード側電極 2 5, 2 7 にそれぞれ対向配置されるカソード側及びアノード側のセパレータ 1 4, 1 6 は、いずれも板厚 0. 2 ～ 0. 5 mm のステンレス製板材をプレス成形することにより、一定の高さを有する凹部 3 0, 3 1 が一定のピッチで多数形成されてなる波板部 3 2, 3 3 と、各波板部 3 2, 3 3 よりも外側に位置する端部において、シール部材 4 3 を介して互いに接触する平面部 3 4, 3 5 とを備えて構成されている。

以下、このプレス成形体をセパレータ本体 1 4 a という。

これらセパレータ本体 1 4 a 及びカソード側セパレータ 1 4 については、図 5 及び図 6 に拡大して示すように、セパレータ本体 1 4 a の波板部 3 2 において最も外側に位置する凹部 3 0 a (以下、「最外周側凹部 3 0 a」という。)の表裏面に第 1 及び第 2 のシール部材 (内側シール部材) 4 1, 4 2 が対称位置に一体成形されていると共に、平面部 3 4 の表裏面にも第 3 及び第 4 のシール部材 (外側シール部材) 4 3, 4 4 が対称位置に一体成形されてなる、シール一体型セパレータとして構成されている。

これら第 1 ～ 第 4 のシール部材 4 1 ～ 4 4, 及び後述する第 5 及び第 6 のシール部材 4 5 のセパレータ本体 1 4 a への一体成形方法については、後で詳述する。

なお、セパレータ本体 1 4 a には、前記プレス成形時またはその後の打ち抜き加工等により、複数の貫通孔 7 5 が適所に穿設されている（図 2 参照）。

本実施の形態において、これら貫通孔 7 5 は、第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 の配設予定位置近傍に配されており、特に、電極反応面の長辺部外側に配される貫通孔 7 5 a は、二重シールの内側に位置する第 1 及び第 2 のシール部材 4 1、4 2 の配設予定位置と、二重シールの外側に位置する第 3 及び第 4 のシール部材 4 3、4 4 の配設予定位置との間に配されている。

また、貫通孔 7 5 の形状は、図示した長円に限らず、円、矩形等、後述するセパレータ本体 1 4 a へのシール一体成形時に、熔融シール材料の流れを妨げない形状であればよい。

また、貫通孔 7 5 の大きさは、熔融シール材料がセパレータ本体 1 4 a の一方の面全体に行き渡ると略同時に他方の面全体にも行き渡るだけの量の熔融シール材料が通過できる大きさであることが好ましい。

図 3 に示すように、一の燃料電池 1 0 内では、カソード側セパレータ 1 4 の最外周側凹部 3 0 a の表面（電極反応面側）と、固体高分子電解質膜 1 8 におけるはみ出し部 1 8 a との間に第 1 のシール部材 4 1 が挟装されると共に、カソード側セパレータ 1 4 における平面部 3 4 の表面（電極反応面側）と、アノード側セパレータ 1 6 における平面部 3 5 の表面（電極反応面側）との間に第 3 のシール部材 4 3 が挟装される。

また、図 4 に示すように、隣接する燃料電池 1 0 間では、カソード側セパレータ 1 4 における最外周側凹部 3 0 a の裏面（電極反応面とは逆側の面）と、アノード側セパレータ 1 6 における平面部 3 5 の裏面（電極反応面とは逆側の面）との間に第 2 のシール部材 4 2 が挟装されると共に、カソード側セパレータ 1 4 における平面部 3 4 の裏面（電極反応面とは逆側の面）と、アノード側セパレータ 1 6 における平面部 3 5 の裏面（電極反応面とは逆側の面）との間に第 4 のシール部材 4 4 が挟装される。

そして、一の燃料電池 1 0 を構成するカソード側セパレータ 1 4 における凹部 3 0 の裏面と、他の燃料電池 1 0 を構成するアノード側セパレータ 1 6 における凹部 3 1 の裏面とを順次突き合わせると、カソード側セパレータ 1 4 の波板部 3

2における凹部30と、カソード側電極25との間に形成される図示台形断面の空間が、酸素含有ガスまたは空気である酸化剤ガスを流通させるための酸化剤ガス流路51になる。

また、アノード側セパレータ16の波板部33における凹部31と、アノード側電極27との間に形成される図示台形断面の空間が、水素含有ガス等の燃料ガスを流通させるための燃料ガス流路52になる。

更に、カソード側セパレータ14の波板部32の凹部30と、アノード側セパレータ16の波板部33の凹部31との間に形成される図示六角形断面の空間が、純水やエチレングリコールやオイル等の冷却媒体を流通させるための冷却媒体流路53になる。

以下、説明の便宜上、図2の左右方向を水平方向、上下方向を垂直方向と定義して説明する。

図2に示すように、カソード側セパレータ14は、その平面内であって外周縁部に位置する水平方向両端上部側に酸化剤ガスを通過させるための入口側酸化剤ガス連通孔61aと、燃料ガスを通過させるための入口側燃料ガス連通孔62aとを備えており、また、水平方向両端中央側には、冷却媒体を通過させるための入口側冷却媒体連通孔63aと、使用後の前記冷却媒体を通過させるための出口側冷却媒体連通孔63bとが設けられている。

さらに、カソード側セパレータ14には、その平面内であって外周縁部に位置する水平方向両端下部側に、酸化剤ガスを通過させるための出口側酸化剤ガス連通孔61bと、燃料ガスを通過させるための出口側燃料ガス連通孔62bとが、入口側酸化剤ガス連通孔61a及び入口側燃料ガス連通孔62aとそれぞれ対角位置となるように設けられている。

カソード側セパレータ14の表面には、第1のシール部材41が波板部32の外側を取り囲むように配設されている。

第1のシール部材41は、波板部32の水平方向右端及び左端よりもさらに外側に所定の隙間が形成されるように配設されており、これら隙間は、入口側酸化剤ガス連通孔61aからの酸化剤ガスを各酸化剤ガス流路51へ導くための酸化剤ガス導入部71a、及び各酸化剤ガス流路51からの酸化剤ガスを出口側酸化

剤ガス連通孔 6 1 b へ導くための酸化剤ガス導出部 7 1 b となっている。

また、第 3 のシール部材 4 3 は、第 1 のシール部材 4 1、入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a、入口側燃料ガス連通孔 6 2 a、出口側酸化剤ガス連通孔 6 1 b、及び出口側燃料ガス連通孔 6 2 b の外側を取り囲むように配設されている。

なお、符号 4 5 は、入口側冷却媒体連通孔 6 3 a、及び出口側冷却媒体連通孔 6 3 b の外側を取り囲むように配設された第 5 のシール部材である。

ここで、入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a と酸化剤ガス導入部 7 1 a との間、及び出口側酸化剤ガス連通孔 6 1 b と酸化剤ガス導出部 7 1 b との間に配設される第 1 及び第 2 のシール部材 4 1、4 3 は、これら連通孔 6 1 a、6 1 b と導入部 7 1 a 又は導出部 7 1 b とを複数箇所にて連通させる連結流路 7 2 a、7 2 b を形成すべく、断続的に配設されている。

なお、カソード側セパレータ 1 4 の裏面には、第 2 のシール部材 4 2、第 4 のシール部材 4 4、及び図示しない第 6 のシール部材が、表面に配設された第 1 のシール部材 4 1、第 3 のシール部材 4 3、及び第 5 のシール部材 4 5 とセパレータ本体 1 4 a を挟んで対称位置となるように配設されている。

すなわち、カソード側セパレータ 1 4 は、第 1 ～第 4 のシール部材 4 1 ～4 4 が電極反応面の外側を二重に囲むことにより、位置ズレによるシール切れ等を有効に防止し得る二段シール構造になっている。

他方のアノード側セパレータ 1 6 にも、カソード側セパレータ 1 4 に形成された入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a、入口側燃料ガス連通孔 6 2 a、入口側冷却媒体連通孔 6 3 a、出口側酸化剤ガス連通孔 6 1 b、出口側燃料ガス連通孔 6 2 b、及び出口側冷却媒体連通孔 6 3 b に対応する位置に、これらと同様の連通孔 6 1 a、6 2 a、6 3 a、6 1 b、6 2 b、6 3 b が形成されている。

この場合において、第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 は配設されていない。

ただし、本発明は、このような実施の形態に限らず、アノード側セパレータ 1 6 に第 5 及び第 6 のシール部材 4 5 のみを配設した構成であってもよい。

また、カソード側電極 2 5 とアノード側電極 2 7 の大きさが上記実施の形態と逆の場合には、アノード側セパレータ 1 6 に第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 を配設してもよい。

次に、図 8 を用いて、上記構成からなるカソード側セパレータ 1 4 の製造方法に用いられる射出成形用金型の第 1 構成例を説明する。

上型（第 1 の金型）8 1 及び下型（第 2 の金型）8 2 のキャビティ形成面の外周縁部 8 1 a, 8 2 a は、セパレータ本体 1 4 a の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a をその表裏両面から密着状態に挟持し得る波形をなすと共に、セパレータ本体 1 4 a の表裏面に設けられる第 1 ～第 4 のシール部材 4 1 ～4 4 に対応する位置に第 1 ～第 4 の凹溝 9 1 ～9 4 が形成されると共に、第 5 及び第 6 のシール部材 4 5 に対応する位置に第 5 及び第 6 の凹溝（図示略）が形成されてなる。

他方、上型 8 1 及び下型 8 2 のキャビティ形成面の中央部には、カソード側セパレータ 1 4 の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a を上型 8 1 及び下型 8 2 の前記外周縁部 8 1 a, 8 2 a にて挟持した際に、挟持したセパレータ本体 1 4 a の波板部 3 2 をその表面及び裏面のいずれに対しても所定のクリアランスを隔てて内包するような凹所 8 1 b, 8 2 b が形成されている。

上型 8 1 及び下型 8 2 には、セパレータ本体 1 4 a の同一面側において、第 1 及び第 3 のシール部材 4 1, 4 3 同士と、第 2 及び第 4 のシール部材 4 2, 4 4 同士を薄い連結シール材層 1 0 1, 1 0 2 にて連結するための連結部 9 5, 9 6 が形成されている。

この連結部 9 5, 9 6 は、溶融シール材料の流れを良好にすべく、貫通孔 7 5 を有しない部分にも対応して形成されているので、該部分にも連結シール材層 1 0 1, 1 0 2 が成形される（図 6 参照）。

ただし、図 7 に別形態として示すように、貫通孔 7 5 を有しない部分には連結シール材層 1 0 1, 1 0 2 を成形しなくてもよい。

上型 8 1 及び下型 8 2 には、さらに、第 1 及び第 2 の凹溝 9 1, 9 2 よりもセパレータ中央側と、第 3 及び第 4 の凹溝 9 3, 9 4 よりもセパレータ外周側に、これら第 1 ～第 4 の凹溝 9 1 ～9 4 から溶融シール材料がはみ出ることを許容し、これにより、薄いはみ出しシール材層 1 0 3 ～1 0 6 を形成する、はみ出し許容部 9 7 ～1 0 0 も形成されている。

上型 8 1 には、外部から供給される溶融シール材料を、第 2, 第 4, 及び第 6 の凹溝 9 2, 9 4 に導くためのスプルー 8 3, ランナー 8 4, 及びゲート 8 5 a

が形成されている。ここで、ゲート 8 5 a は各々凹溝 9 2, 9 4 のシール面を形成する部位である上部 4 2 a、4 4 a に接続されている。

図 1 2 は、ゲート 8 5 a（三角形シンボルで示す）と貫通孔 7 5（円形シンボルで示す）の配置をカソード側セパレータ 1 4 の平面図に重ねて模式的に示した図である。

ゲート 8 5 は、数が多いほどよく、また、熔融シール材料がセパレータ本体 1 4 a の表裏全体に同じ時間で回り込むように位置設定される。

次に、図 8 の金型を用いたカソード側セパレータ 1 4 の製造方法を説明するが、ここでは、本発明の特徴部分に限定して、すなわち、貫通孔 7 5 を有するセパレータ本体 1 4 a に第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 を一体成形する工程についてのみ説明する。

ただし、第 5 及び第 6 のシール部材 4 5 の成形については、第 5 及び第 6 の凹溝が図 8 中に現れないので、説明を簡略化する。

まず、下型 8 2 のキャビティ形成面の外周縁部 8 2 a にセパレータ本体 1 4 a の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a を載置し、上型 8 1 と下型 8 2 とを型閉めする。これにより、上型 8 1 と下型 8 2 とでセパレータ本体 1 4 a が挟持されると共に、該セパレータ本体 1 4 a の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a の表裏両面にキャビティ空間が形成される。

そして、熔融シール材料を上型 8 1 のスプルー 8 3 から注入し、ランナー 8 4 及びゲート 8 5 a を介して第 2, 第 4, 及び第 6 の凹溝 9 2, 9 4 へ射出する。

この時の射出成形条件は、例えば、以下の通りに設定する。

射出圧 (k g / c m²) : 8 0 ～ 1 2 0

型温 (°C) : 2 0 0 °C

成形時間 (m i n) : 3

型締圧力 (t o n) : 3 5

シール材料 : 硬度 5 0 ° のシリコンゴム

なお、シール材料としては、加熱加硫又は硬化を要するエラストマー系（加硫ゴム、熱硬化型液状シール材料等）材料や、加熱を要しない熱可塑性エラストマー又は常温硬化型液状シール材料の採用も可能である。

すると、第2及び第4の凹溝92, 94に供給された熔融シール材料の一部は、セパレータ本体14aの裏面側に形成された連結部96及びはみ出し許容部98, 100に供給されると共に、貫通孔75を通してセパレータ本体14aの表面側にも供給され、連結部95から第1及び第3の凹溝91, 93及びはみ出し許容部97, 99に充填される。

同様に、第6の凹溝にもランナー84から下方に延びるゲート（図示略）を介して熔融シール材料が供給され、該熔融シール材料の一部は、貫通孔75を通してセパレータ本体14aの表面側に流入し、第5の凹溝に供給される。

そして、成形終了後に型開きすれば、セパレータ本体14aの平面部34及び最外周側凹部30aの表裏面に第1～第6のシール部材41～45が一体化されてなるシール一体型のカソード側セパレータ14が得られる。

この製造方法によれば、射出成形によって第1～第6のシール部材41～45をセパレータ本体14aの表裏両面に同時に一体成形するので、これらシール部材41～45をセパレータ本体14aを挟む対称位置に高精度に配設し得て、シール性の向上を図ることができる。

また、シール部材を高精度に位置決めできる結果、セパレータ積層時におけるシール部位毎の応力バランスも安定する。

さらに、上型81側の凹溝92, 94と、下型82側の凹溝91, 93は貫通孔75を介して相互連通しているので、熔融シール材料の充填終了時において、セパレータ本体14aの表裏両面に作用するシール成形圧力が等しくなり、該シール成形圧力の不均衡を原因とするセパレータの歪みは発生しない。

また、貫通孔75の位置が第1～第6シール部材41～45の配設予定位置から外れているので、貫通孔75の形成位置にシール面圧が発生することがなく、局所的なシール面圧の低下もない。

加えて、シール一体型のカソード側セパレータ14を一工程で製造できることから、燃料電池10の組立工数を削減できることはもとより、該燃料電池10を複数組積層してなる燃料電池スタックにおいてはその組立工数を大幅に削減し得るので、シングルインジェクションによる射出成形であることも相俟って、量産時のコスト上昇を有効に回避できる。

しかも、燃料電池スタックを組み立てる際に、アノード側セパレータ 16 についてはシール部材が不要になると共に、カソード側セパレータ 14 についてはその全てのシール部材配置が統一されるので、射出成形用の金型が 1 種類だけで済むようになり、更なる低コスト化を図ることができる。

本実施の形態においては、以上に加えて、セパレータ本体 14a の表裏各同一面側における凹溝 91～94 同士、すなわち、第 1 の凹溝 91 と第 3 の凹溝 93、及び第 2 の凹溝 92 と第 4 の凹溝 94 とが連結シール材層 101、102 を介して連結されるので、これら凹溝 91～94 からの熔融シール材料のはみ出し精度管理を緩めることができる。

また、連結シール材層 101、102 によって、セパレータ本体 14a に対する第 1～第 4 のシール部材 41～44 の密着性が高められるので、脱型時におけるセパレータ本体 14a と第 1～第 4 のシール部材 41～44 との剥離防止性も向上する。

さらに、この連結シール材層 101、102 が絶縁層にもなるので、燃料電池積層時における近接状態でのカソード側セパレータ 14 とアノード側セパレータ 16 との短絡、及び結露短絡を有効に防止できる。

そして、ゲート 85a は各々凹溝 92、94 のシール面を形成する部位である上部 42a、44a に接続されているため、このシール面を形成する部位に確実に熔融シール材料を供給することができ、熔融シール材料がシール面に供給されない製造不良を防止でき、信頼性を高めることができる。また、ゲート 85a を短くすることができたため、供給される熔融シール材料の無駄を削減できる。

また、熔融シール材料は各ゲート 85a から凹溝 92、94 に偏りなく供給されるため、内側と外側とで均質なシール部材 41～44 を形成でき、製品品質を向上できる。また、凹溝 92、94 に別々に熔融シール材料を供給するため射出時間を短縮でき、且つ、熔融シール材料の移動距離が短くなるため製造時間を短縮できる。

次に、図 9 を用いて、カソード側セパレータ 14 の製造方法に用いられる射出成形用金型の第 2 構成例について、図 8 との相違を中心に説明する。

なお、図 9 において、図 8 と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型は、セパレータ本体 1 4 a の外周端部を越えて溶融シール材料が回り込んで回り込みシール材層 1 3 3 が形成されるように、第 3 の凹溝 9 3 と第 4 の凹溝 9 4 とを相互に連結して回り込み部 1 3 2 を更に形成したものである。

この構成において、溶融シール材料を上型 9 1 のスプルー 8 3 から注入すると、溶融シール材料が上型 9 1 のランナー 8 4 からゲート 8 5 a を介して第 2、第 4、及び第 6 の凹溝 9 2、9 4 に射出される。

すると、第 2 及び第 4 の凹溝 9 2、9 4 に供給された溶融シール材料の一部は、セパレータ本体 1 4 a の裏面側に形成された連結部 9 6 及びはみ出し許容部 9 8、1 0 0 に供給される。

そして、連結部 9 6 及びはみ出し許容部 9 8、1 0 0 に供給された溶融シール材料は、回り込み部 1 3 2 を経由して、及び貫通孔 7 5 を通してセパレータ本体 1 4 a の表面側に供給され、連結部 9 5、はみ出し許容部 9 7、9 9、第 1 の凹溝 9 1、及び第 3 の凹溝 9 3 に充填される。

同様に、第 6 の凹溝にもランナー 8 4 から下方に延びるゲート（図示略）を介して溶融シール材料が供給され、該溶融シール材料の一部は、貫通孔 7 5 を通ってセパレータ本体 1 4 a の表面側に流入し、第 5 の凹溝に供給される。

このような構成によれば、セパレータ本体 1 4 a の表面側への溶融シール材料供給を、回り込み部 1 3 2 からも行えるので、射出圧を下げることができる。

従って、図 8 の第 1 構成例に係る金型を用いた場合と比較して、第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 の成形性が向上する。この成形性は、回り込み部 1 3 2 のクリアランスが大きければ大きいほど、向上する。

また、カソード側セパレータ 1 4 の外周端部も絶縁される。

次に、図 1 0 及び図 1 3 を用いて、カソード側セパレータ 1 4 の製造方法に用いられる射出成形用金型の第 3 構成例につき、図 8 との相違を中心に説明する。

図 1 0 及び図 1 3 中、図 2 及び図 8 と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型は、ランナー 8 4 から貫通孔 7 5 に直接連通する第 2 のゲートが上型 1 0 1 に形成されたものである。

この第 2 のゲートは、ランナー 8 4 から下方に延びてキャビティ形成面 8 1 a

上の貫通孔 7 5 に臨まされる位置に開口するゲート 8 5 b と、該ゲート 8 5 b の開口に連結されて該開口と貫通孔 7 5 とを連通させる案内部 8 5 c とを備えてなる。

図 1 3 は、これらゲート 8 5 a（三角形シンボルで示す）、8 5 b（正方形シンボルで示す）と貫通孔 7 5（円形シンボルで示す）の配置をカソード側セパレータ 1 4 の平面図に重ねて模式的に示した図である。

この構成において、熔融シール材料を上型 1 0 1 のスプルー 8 3 から注入すると、熔融シール材料の一部が上型 1 0 1 のランナー 8 4 からゲート 8 5 a を介して第 2、第 4、及び第 6 の凹溝 9 2、9 4 と、はみ出し許容部 9 8、1 0 0 とに供給されると共に、熔融シール材料の他部はランナー 8 4 から第 2 のゲートであるゲート 8 5 b 及び案内部 8 5 c を介してセパレータ本体 1 4 a の表面側に形成された連結部 9 5 に直接供給される。

そして、連結部 9 5 に供給された熔融シール材料は、第 1 及び第 3 の凹溝 9 1、9 3 と、はみ出し許容部 9 7、9 9 とに射出される。

なお、第 6 の凹溝には、ランナー 8 4 から下方に延びるゲート（図示略）を介して熔融シール材料が供給され、該熔融シール材料の一部は、貫通孔 7 5 を通ってセパレータ本体 1 4 a の表面側に流入し、第 5 の凹溝に供給される。

この構成によれば、熔融シール材料がセパレータ本体 1 4 a の裏面側における第 2 及び第 4 の凹溝 4 2、4 4、及び連結部 9 5 を介さずに、セパレータ本体 1 4 a の表面側における第 1 及び第 3 の凹溝 4 1、4 3 に直接供給される。

従って、シングルインジェクションでの射出圧力を低減できると共に、成形時間も短縮できる。

そして、図 8 に示す構成例と同様ゲート 8 5 a は各々凹溝 9 2、9 4 のシール面を形成する部位である上部 4 2 a、4 4 a に接続されているため、このシール面を形成する部位に確実に熔融シール材料を供給することができ、熔融シール材料がシール面に供給されない製造不良を防止でき、信頼性を高めることができる。また、ゲート 8 5 a を短くすることができたため、供給される熔融シール材料の無駄を削減できる。

また、熔融シール材料は各ゲート 8 5 a から凹溝 9 2、9 4 に偏りなく供給さ

れるため、内側と外側とで均質なシール部材 4 1 ~ 4 4 を形成でき、製品品質を向上できる。また、ゲート 8 5 b も含めて凹溝 9 2, 9 4 に別々に熔融シール材料を供給するため射出時間を短縮でき、且つ、熔融シール材料の移動距離が短くなるため製造時間を短縮できる。

なお、本発明は上記実施の形態に限られるものではなく、また、前述した各具体的数値は、一例であって、これに限られるものではない。

例えば、上記実施の形態では、第 1 及び第 2 のシール部材 4 1, 4 2 と、第 3 及び第 4 のシール部材 4 3, 4 4 とから構成される 2 段シール構造を有するシール一体型セパレータの製造方法について説明したが、本発明の第 2 の実施形態である 1 段シール構造とされたシール一体型セパレータの製造方法にも適用可能である（図 1 1 参照）。

なお、図 1 1 は、本発明の第 2 の実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例であって、第 1 の実施形態の図 8 に相当する断面図であり、図 8 と同一の構成要素には同一符号を付している。

また、上記実施の形態では、セパレータ本体 1 4 a をステンレス鋼から構成したが、その他の金属材料や炭素質材料から構成してもよい。

さらに、ゲート 8 5 a と貫通孔 7 5 は、図 1 2 に示す配置に限らず、例えば、図 1 4 に示す配置としてもよい。

この図 1 4 において、ゲート 8 5 a（三角形シンボルで示す）と貫通孔 7 5（円形シンボルで示す）は、平面視にて一致するように位置設定されている。

この構成によれば、熔融シール材料の回り込みがセパレータ本体 1 4 a の表裏で一致する他、ゲート 8 5 a の数が減少するので、シール材料の無駄も削減できる。

図 1 5 は本発明の第 3 の実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例であって、図 8 に相当する断面図であり、図 8 と同一の構成要素には同一符号を付している。

この構成例では、上型 2 0 1 に外部から供給される熔融シール材料を導くためのスプルー 8 3 が形成され、このスプルー 8 3 は第 2 の凹溝 9 2 と第 4 の凹溝 9 4 とを結ぶ連結部 9 6 に接続されている。

したがって、この金型を使用する製造方法によれば、熔融シール材料はシール面 4 1 a, 4 2 a, 4 3 a, 4 4 a を避けるように均等に各凹溝 9 1 ~ 9 4 に供給されるためシール部材 4 1 ~ 4 5 を均一に製造できると共に、熔融シール材料の供給部分がシール部材 4 1 ~ 4 5 の潰れる部分に位置しないため適正なシール性能を確保できる。また、連結部 9 6 は各凹溝 9 1 ~ 9 4 の間に位置しているため、凹溝 9 1 ~ 9 4 の外側に設けた場合のように型が大型化せず製造コストを低減できる。なお、この構成はゲート 8 5 b が直接貫通孔 7 2 に接続される図 1 0 に示す構成例にも適用することができる。

図 1 6 は本発明の第 3 の実施形態の実施に使用する金型の第 2 構成例であつて、図 8 に相当する断面図であり、図 8 と同一の構成要素には同一符号を付している。

この構成例では、上型 3 0 1 に外部から供給される熔融シール材料を導くためのスプルー 8 3 が第 2 の凹溝 9 2 と第 4 の凹溝 9 4 に向かって各々形成され、この各スプルー 8 3 から延びるゲート 8 5 a が第 2 の凹溝 9 2 と第 4 の凹溝 9 4 の側部（シール面 4 1 a, 4 2 a, 4 3 a, 4 4 a を構成しない部位）4 2 b, 4 4 b に接続されている。なお、下型 3 0 2 にはスプルー 8 3 は設けられてはいない。したがって、この金型を使用する製造方法によれば、第 2 の凹溝 9 2 と第 4 の凹溝 9 4 の側壁 4 2 b, 4 4 b に熔融シールの供給痕が残るもののシール性に悪影響を与えるシール部材 4 1 ~ 4 5 のシール面 4 1 a, 4 2 a, 4 3 a, 4 4 a に何ら供給痕が残ることがなくなるため、シール性を向上し製品品質を高めることができると共に、供給痕を除去するためにシール面 4 1 a, 4 2 a, 4 3 a, 4 4 a を仕上げ加工する必要がなくなり製造コストを低減できる。なお、この構成はゲート 8 5 b が直接貫通孔 7 2 に接続される図 1 0 に示す構成例にも適用することができる。

図 1 7 は本発明の第 4 の実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例であつて、図 9 に相当する断面図であり、図 9 と同一の構成要素には同一符号を付している。

この構成例では、セパレータ本体の少なくとも一方の面を押さえ金具を介して支持したものである。同図に示すように、セパレータ本体の貫通孔 7 5 の外側で

あって第3の凹溝93と第4の凹溝94の近傍には押さえ金具151～154が介装されている。具体的には、押さえ金具151、152は連結部95、96と凹溝93、94との境界部分とセパレータ本体との間に介装されてセパレータ本体を支持し、押さえ金具153、154は回り込み部132と凹溝93、94との境界部分とセパレータ本体との間に介装されてセパレータ本体を支持している。なお、セパレータ本体が供給される溶融シール材料の供給圧力により変形しない支持剛性が確保できればセパレータ本体を境にして片側のみを押さえ金具により支持するようにしてもよい。

このような構成によれば、溶融シール材料が貫通孔75から凹溝91～94に流れ込む際にセパレータ本体が供給圧により変形しようとしても押さえ金具151～154によりこれを防止でき、製品の寸法精度を高めることができる。なお、このように押さえ金具151～154を用いる構成は図8、10に示す構成例にも適用することができる。

以上の説明から明かなように、本発明によれば、以下の効果を得る。

(1) 本発明の第1態様によれば、シール部材をセパレータ本体の表裏両面に同時に一体成形することにより、シール一体型のセパレータを一工程で製造できるようにしたので、燃料電池の組立時にセパレータ本体の表裏両面にこれとは別体をなすシール部材を積層させる場合やシール材料を塗布する場合に比して、シール部材を高精度に位置決めできると共に、工数も大幅に低減する。

これにより、シール性に優れた燃料電池を低コストにて量産できる。

(2) また、シール部材を高精度に位置決めできる結果、セパレータ積層時におけるシール部位毎の応力バランスに優れたシール一体型セパレータを製造できる。さらに、第1及び第2の凹溝は貫通孔を介して相互連通しているので、溶融シール材料の充填終了時において、セパレータ本体の表裏両面に作用するシール成形圧力は等しくなり、該シール成形圧力の不均衡を原因とするセパレータの歪みは発生しない。

(3) さらに、貫通孔の位置がシール部材の配設予定位置から外れるので、貫通孔の形成位置にシール面圧が発生することがなく、局所的なシール面圧の低下はない。

よって、シール性の高いシール一体型セパレータを製造できる。

しかも、貫通孔が両凹溝の近傍に位置するので、シングルインジェクションでの射出圧力を低減できると共に、成形時間も短縮できる。

(4) 本発明の第2態様によれば、第1態様による効果に加え、溶融シール材料は内側シール部材と外側シール部材に対応する凹溝に偏りなく供給されるため、内側と外側とで均質なシール部材を形成でき、製品品質を向上できる。また、各凹溝に別々に溶融シール材料を供給するため射出時間を短縮でき、且つ、溶融シール材料の移動距離が短くなるため製造時間を短縮できる。

(5) 本発明の第3態様によれば、第2態様による効果に加え、シール面を形成する部位に確実に溶融シール材料を供給することができ、溶融シール材料がシール面に供給されない製造不良を防止でき、信頼性を高めることができる。また、第1のゲートを短くすることができたため、供給される溶融シール材料の無駄を削減できる。

(6) 本発明の第4態様によれば、第2態様による効果に加え、シール部材のシール面にシール性に悪影響を与える溶融シール材料の供給痕が残ることがなくなるため、シール性を向上し製品品質を高めることができると共に、シール面の仕上げ加工が必要なくなり製造コストを低減できる。

(7) 本発明の第5態様によれば、第1態様による効果に加え、溶融シール材料はシール面を避けるように均等に各凹溝に供給されるためシール部材を均一に製造できると共に、溶融シール材料の供給部分がシール部材の潰れる部分に位置しないため適正なシール性能を確保できる。また、連結部は各凹溝の間に位置しているため、凹溝の外側に設けた場合のように型が大型化せず製造コストを低減できる。

(8) 本発明の第6態様によれば、第1態様による効果に加え、各型の凹溝への射出圧を下げるができるため、シール部材の成形性が向上する。

(9) 本発明の第7態様によれば、第1態様による効果に加え、溶融シール材料が貫通孔から流れ込む際にセパレータ本体が供給圧により変形しようとしても押さえ金具によりこれを防止でき、製品の寸法精度を高めることができる。

(10) 本発明の第8態様によれば、第1態様による効果に加え、溶融シール材

料が両金型の凹溝にそれぞれ直接供給され、第２の金型の凹溝への熔融シール材料供給が、第１の金型の凹溝を介さずに行われるので、シングルインジェクションでの射出圧力を低減できると共に、成形時間も短縮できる。

(１１) 本発明の第９態様によれば、第８態様による効果に加え、貫通孔の位置がシール部材の配設予定位置から外れるので、貫通孔の形成位置にシール面圧が発生することがなく、局所的なシール面圧の低下はない。

しかも、貫通孔が両凹溝の近傍に位置するので、２枚合わせの金型で射出成形を行う場合に一方の金型のみから材料を射出し供給する、いわゆるシングルインジェクションでの射出圧力を低減できると共に、成形時間も短縮できる。

(１２) 本発明の第１０態様によれば、第９態様による効果に加え、熔融シール材料は内側シール部材と外側シール部材に対応する凹溝に偏りなく供給されるため、内側と外側とで均質な高品質のシール部材を形成でき、製品品質を向上できる。また、各凹溝に別々に熔融シール材料を供給するため射出時間を短縮でき、且つ、熔融シール材料の移動距離が短くなるため製造時間を短縮できる。

(１３) 本発明の第１１態様によれば、第１０態様による効果に加え、シール面を形成する部位に確実に熔融シール材料を供給することができ、熔融シール材料がシール面に供給されない製造不良を防止でき、信頼性を高めることができる。また、第１のゲートを短くすることができたため、供給される熔融シール材料の無駄を削減できる。

(１４) 本発明の第１２態様によれば、第１０態様による効果に加え、シール部材のシール面にシール性に悪影響を与える熔融シール材料の供給痕が残ることがなくなるため、シール性を向上し製品品質を高めることができると共に、シール面の仕上げ加工が必要なくなり製造コストを低減できる。

(１５) 本発明の第１３態様によれば、第９態様による効果に加え、熔融シール材料が貫通孔から流れ込む際にセパレータ本体が供給圧により変形しようとしても押さえ金具によりこれを防止でき、製品の寸法精度を高めることができる。

特許請求の範囲

1. セパレータ本体と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面の外側を二重に囲むように配設された内側シール部材及び外側シール部材と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータの製造方法であって、

前記セパレータ本体に貫通孔を形成する段階と；

前記セパレータ本体の一方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材に対応した位置に各々形成された凹溝と、前記貫通孔に対応した位置で前記外側シール部材と前記内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層を形成するための連結部と、前記各凹溝に連通するゲートと、を有する第1の金型と、前記セパレータ本体の他方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材に対応した位置に各々形成された凹溝と、前記貫通孔に対応した位置で前記外側シール部材と前記内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層を形成するための連結部と、を有する第2の金型と、を準備する段階と；

前記セパレータ本体を前記第1の金型と前記第2の金型との間に挟持する段階と；

前記第1のゲートに熔融シール材料を供給することにより、該熔融シール材料を前記第1の金型の各凹溝に射出すると共に、該凹溝に供給した熔融シール材料の一部を前記貫通孔を通して前記第2の金型の凹溝へ射出する段階と；を備えている。

2. 請求項1記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記熔融シール材料は、前記内側シール部材及び外側シール部材に対応する各凹溝に別々に供給される。

3. 請求項2記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記ゲートは、前記シール部材のシール面を形成する凹溝の部位に接続されている。

4. 請求項2記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記ゲートは、前記

シール部材のシール面を形成しない前記凹溝の部位に接続されている。

5. 請求項1記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記ゲートは、前記連結部に接続されている。

6. 請求項1記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記両金型間に挟持された前記セパレータ本体の外周部を越えて前記溶融シール材料が回り込むように、前記両金型には回り込み部が形成されている。

7. 請求項1記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記セパレータ本体を前記両金型間に挟持する前記段階は、前記セパレータ本体の少なくとも一方の面を押さえ金具を介して支持する工程を含む。

8. セパレータ本体と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面又は連通孔の外側を囲むように配設されるシール部材と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータの製造方法であって、

前記セパレータ本体に貫通孔を形成する段階と；

前記セパレータ本体の一方の面に設けられる前記シール部材に対応した位置に形成された凹溝と、該凹溝に連通する第1のゲートと、該第1のゲートとは別経路で前記貫通孔に直接連通するように形成された第2のゲートと、を有する第1の金型と、前記セパレータ本体の他方の面に設けられる前記シール部材に対応した位置に前記貫通孔と連通するように形成された凹溝を有する第2の金型と、を準備する段階と；

前記第1の金型と前記第2の金型との間に前記セパレータ本体を挟持しかつ前記第2のゲートを前記貫通孔に直接連通させる段階と；

前記第1のゲートに前記シール部材を形成する溶融シール材料を供給することにより前記溶融シール材料を前記第1の金型の凹溝に射出すると共に、前記第2のゲートに前記溶融シール材料を供給することにより前記貫通孔を通して前記溶融シール材料を前記第2の金型の凹溝へ射出する段階と；を備えている。

9. セパレータ本体と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面の外側を二重に囲むように配設された内側シール部材及び外側シール部材と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータの製造方法であって、

前記セパレータ本体に貫通孔を形成する段階と；

前記セパレータ本体の一方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材に対応した位置に各々形成された凹溝と、前記貫通孔に対応した位置で前記外側シール部材と前記内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層を形成するための連結部と、前記各凹溝に連通する第1のゲートと、該第1のゲートとは別経路で前記貫通孔に直接連通するように形成された第2のゲートと、を有する第1の金型と、前記セパレータ本体の他方の面に設けられる外側シール部材及び内側シール部材に対応した位置に各々形成された凹溝と、前記貫通孔に対応した位置で前記外側シール部材と前記内側シール部材とを少なくとも部分的に連結する連結シール材層を形成するための連結部と、を有する第2の金型と、を準備する段階と；

前記第1の金型と前記第2の金型との間に前記セパレータ本体を挟持しかつ前記第2のゲートを前記貫通孔に直接連通させる段階と；

前記第1のゲートに前記シール部材を形成する溶融シール材料を供給することにより前記溶融シール材料を前記第1の金型の連結部及び各凹溝に射出すると共に、前記第2のゲートに前記溶融シール材料を供給することにより前記貫通孔を通して前記溶融シール材料を前記第2の金型の連結部及び各凹溝へ射出する段階と；を備えている。

10. 請求項9記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記溶融シール材料は、前記内側シール部材及び外側シール部材に対応する各凹溝に別々に供給される。

11. 請求項10記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記第1のゲートは、前記シール部材のシール面を形成する凹溝の部位に接続されている。

12. 請求項10記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記第1のゲートは、前記シール部材のシール面を形成しない部位に接続されている。

13. 請求項9記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記セパレータ本体を前記両金型間に挟持する前記段階は、前記セパレータ本体の少なくとも一方の面を押さえ金具を介して支持する工程を含む。

請求項10記載の一体型セパレータの製造方法であって、前記第1のゲートは、前記シール部材のシール面を形成しない部位に接続されている。

要 約 書

本発明は、シール部材の位置精度に優れると共に燃料電池組立時の工数削減に有効なシール一体型セパレータの製造方法を提供する。この製造方法では、シール部材配設予定位置近傍に貫通孔を有するセパレータ本体を、例えばプレス成形等により作製する。次に、該セパレータ本体を、第2、第4、及び第6の凹溝を有し且つこれら凹溝に連通するゲートを有する上型と、第1、第3、及び第5の凹溝を有する下型とで挟持する。しかる後、ゲートに溶融シール材料を供給することにより、該溶融シール材料を上型の凹溝に射出すると共に、これら凹溝に供給した溶融シール材料の一部を貫通孔を通して下型の凹溝へ射出する。

図1
図2
図3
図4
図5
図6
図7
図8
図9
図10
図11
図12
図13
図14
図15
図16
図17
図18
図19
図20
図21
図22
図23
図24
図25
図26
図27
図28
図29
図30
図31
図32
図33
図34
図35
図36
図37
図38
図39
図40
図41
図42
図43
図44
図45
図46
図47
図48
図49
図50
図51
図52
図53
図54
図55
図56
図57
図58
図59
図60
図61
図62
図63
図64
図65
図66
図67
図68
図69
図70
図71
図72
図73
図74
図75
図76
図77
図78
図79
図80
図81
図82
図83
図84
図85
図86
図87
図88
図89
図90
図91
図92
図93
図94
図95
図96
図97
図98
図99
図100
図101
図102
図103
図104
図105
図106
図107
図108
図109
図110
図111
図112
図113
図114
図115
図116
図117
図118
図119
図120
図121
図122
図123
図124
図125
図126
図127
図128
図129
図130
図131
図132
図133
図134
図135
図136
図137
図138
図139
図140
図141
図142
図143
図144
図145
図146
図147
図148
図149
図150
図151
図152
図153
図154
図155
図156
図157
図158
図159
図160
図161
図162
図163
図164
図165
図166
図167
図168
図169
図170
図171
図172
図173
図174
図175
図176
図177
図178
図179
図180
図181
図182
図183
図184
図185
図186
図187
図188
図189
図190
図191
図192
図193
図194
図195
図196
図197
図198
図199
図200
図201
図202
図203
図204
図205
図206
図207
図208
図209
図210
図211
図212
図213
図214
図215
図216
図217
図218
図219
図220
図221
図222
図223
図224
図225
図226
図227
図228
図229
図230
図231
図232
図233
図234
図235
図236
図237
図238
図239
図240
図241
図242
図243
図244
図245
図246
図247
図248
図249
図250
図251
図252
図253
図254
図255
図256
図257
図258
図259
図260
図261
図262
図263
図264
図265
図266
図267
図268
図269
図270
図271
図272
図273
図274
図275
図276
図277
図278
図279
図280
図281
図282
図283
図284
図285
図286
図287
図288
図289
図290
図291
図292
図293
図294
図295
図296
図297
図298
図299
図300
図301
図302
図303
図304
図305
図306
図307
図308
図309
図310
図311
図312
図313
図314
図315
図316
図317
図318
図319
図320
図321
図322
図323
図324
図325
図326
図327
図328
図329
図330
図331
図332
図333
図334
図335
図336
図337
図338
図339
図340
図341
図342
図343
図344
図345
図346
図347
図348
図349
図350
図351
図352
図353
図354
図355
図356
図357
図358
図359
図360
図361
図362
図363
図364
図365
図366
図367
図368
図369
図370
図371
図372
図373
図374
図375
図376
図377
図378
図379
図380
図381
図382
図383
図384
図385
図386
図387
図388
図389
図390
図391
図392
図393
図394
図395
図396
図397
図398
図399
図400
図401
図402
図403
図404
図405
図406
図407
図408
図409
図410
図411
図412
図413
図414
図415
図416
図417
図418
図419
図420
図421
図422
図423
図424
図425
図426
図427
図428
図429
図430
図431
図432
図433
図434
図435
図436
図437
図438
図439
図440
図441
図442
図443
図444
図445
図446
図447
図448
図449
図450
図451
図452
図453
図454
図455
図456
図457
図458
図459
図460
図461
図462
図463
図464
図465
図466
図467
図468
図469
図470
図471
図472
図473
図474
図475
図476
図477
図478
図479
図480
図481
図482
図483
図484
図485
図486
図487
図488
図489
図490
図491
図492
図493
図494
図495
図496
図497
図498
図499
図500
図501
図502
図503
図504
図505
図506
図507
図508
図509
図510
図511
図512
図513
図514
図515
図516
図517
図518
図519
図520
図521
図522
図523
図524
図525
図526
図527
図528
図529
図530
図531
図532
図533
図534
図535
図536
図537
図538
図539
図540
図541
図542
図543
図544
図545
図546
図547
図548
図549
図550
図551
図552
図553
図554
図555
図556
図557
図558
図559
図560
図561
図562
図563
図564
図565
図566
図567
図568
図569
図570
図571
図572
図573
図574
図575
図576
図577
図578
図579
図580
図581
図582
図583
図584
図585
図586
図587
図588
図589
図590
図591
図592
図593
図594
図595
図596
図597
図598
図599
図600
図601
図602
図603
図604
図605
図606
図607
図608
図609
図610
図611
図612
図613
図614
図615
図616
図617
図618
図619
図620
図621
図622
図623
図624
図625
図626
図627
図628
図629
図630
図631
図632
図633
図634
図635
図636
図637
図638
図639
図640
図641
図642
図643
図644
図645
図646
図647
図648
図649
図650
図651
図652
図653
図654
図655
図656
図657
図658
図659
図660
図661
図662
図663
図664
図665
図666
図667
図668
図669
図670
図671
図672
図673
図674
図675
図676
図677
図678
図679
図680
図681
図682
図683
図684
図685
図686
図687
図688
図689
図690
図691
図692
図693
図694
図695
図696
図697
図698
図699
図700
図701
図702
図703
図704
図705
図706
図707
図708
図709
図710
図711
図712
図713
図714
図715
図716
図717
図718
図719
図720
図721
図722
図723
図724
図725
図726
図727
図728
図729
図730
図731
図732
図733
図734
図735
図736
図737
図738
図739
図740
図741
図742
図743
図744
図745
図746
図747
図748
図749
図750
図751
図752
図753
図754
図755
図756
図757
図758
図759
図760
図761
図762
図763
図764
図765
図766
図767
図768
図769
図770
図771
図772
図773
図774
図775
図776
図777
図778
図779
図780
図781
図782
図783
図784
図785
図786
図787
図788
図789
図790
図791
図792
図793
図794
図795
図796
図797
図798
図799
図800
図801
図802
図803
図804
図805
図806
図807
図808
図809
図810
図811
図812
図813
図814
図815
図816
図817
図818
図819
図820
図821
図822
図823
図824
図825
図826
図827
図828
図829
図830
図831
図832
図833
図834
図835
図836
図837
図838
図839
図840
図841
図842
図843
図844
図845
図846
図847
図848
図849
図850
図851
図852
図853
図854
図855
図856
図857
図858
図859
図860
図861
図862
図863
図864
図865
図866
図867
図868
図869
図870
図871
図872
図873
図874
図875
図876
図877
図878
図879
図880
図881
図882
図883
図884
図885
図886
図887
図888
図889
図890
図891
図892
図893
図894
図895
図896
図897
図898
図899
図900
図901
図902
図903
図904
図905
図906
図907
図908
図909
図910
図911
図912
図913
図914
図915
図916
図917
図918
図919
図920
図921
図922
図923
図924
図925
図926
図927
図928
図929
図930
図931
図932
図933
図934
図935
図936
図937
図938
図939
図940
図941
図942
図943
図944
図945
図946
図947
図948
図949
図950
図951
図952
図953
図954
図955
図956
図957
図958
図959
図960
図961
図962
図963
図964
図965
図966
図967
図968
図969
図970
図971
図972
図973
図974
図975
図976
図977
図978
図979
図980
図981
図982
図983
図984
図985
図986
図987
図988
図989
図990
図991
図992
図993
図994
図995
図996
図997
図998
図999
図1000